

Верификация полученной упрощенной модели ротора проведена на базе полной модели по объему всего ротора, построенной в комплексе ANSYS, заменяющей его экспериментальное термометрирование.

Выполненная в рамках исследования оценка показала, что для обеспечения высокой степени соответствия решению данной задачи, полученному с автоматическим выбором шага по времени для области регулирующей ступени турбины Т-110/120-130, достаточно моделирования с постоянным шагом по времени, равным 30 с. С учетом современного уровня развития цифровой вычислительной техники, полученное значение указывает на то, что критической характеристикой при выборе элементной базы устройства является объем оперативной памяти, а не производительность процессора. Принимая во внимание средний показатель тепловой инерционности штатных хромель-копелевых термопар, равный 8 сек, полученный шаг по времени может быть уменьшен до соответствующего значения.

Метод предполагается реализовать в микропроцессорном устройстве, предназначенном для встраивания в АСУ ТП энергоблока. Для апробирования метода ранее разработано и верифицировано устройство на базе микроконтроллера для моделирования процесса остывания ротора по методу тепловых балансов [1].

Библиографический список

1. Голошумова В.Н., Смирнов А.А. Контроль предпускового температурного состояния ротора паровой турбины // Тяжелое машиностроение. 2011. № 3. С. 40-43

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Столяров С.В.

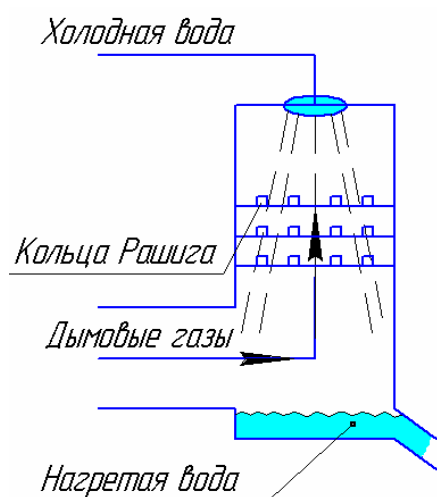
Самарский государственный технический университет

Contex88@mail.ru

Наиболее перспективным методом снижения потерь теплоты с уходящими дымовыми газами является контактный теплообмен, так как он позволяет использовать высшую теплоту сгорания топлива. Этот метод широко применяется в теплоэнергетике высоких и средних температур. В ходе предварительного обзора патентно-информационной литературы было установлено, что данный метод имеет большие перспективы применения в составе водогрейных котлов с низкой температурой отходящих дымовых газов (около 130...150 °С).

По принципу действия устройство для реализации разрабатываемой технологии (рисунок) является аппаратом смесительного (контактного) типа, в котором нагрев воды осуществляется при её непосредственном соприкосновении с низкотемпературными отходящими дымовыми газами, в результате чего часть водяных паров, образованных при сжигании углеводородного топлива, будет сконденсирована [1]. Для интенсификации теплообмена предлагается использовать специальные насадки – кольца Рашига, позволяющие в сравнительно небольших объемах добиться значительных поверхностей теплообмена.

В настоящий момент наиболее близким по принципу работы устройством (прототипом) является контактный водонагреватель (ТУ 16289882.001-97). В этом устройстве нагрев воды происходит в два этапа: вначале вода нагревается в тепломассообменной колонне за счет непосредственного контакта с отходящими от аппарата дымовыми газами. При этом обеспечивается охлаждение дымовых газов до температуры 45...55 °С и конденсация водяных паров, содержащихся в газах. Окончательный нагрев происходит в горелочной камере.



Принципиальная схема работы устройства для глубокой утилизации теплоты уходящих дымовых газов

Новизна идеи заключается в том, что устройство для реализации разрабатываемой технологии станет возможным устанавливать на действующие водогрейные и паровые котлы для повышения их энергоэффективности.

В устройстве для глубокой утилизации теплоты дымовых газов происходит орошение дымовых газов холодной водой, в результате чего продукты сгорания охлаждаются, что приводит к конденсации водяных паров, содержащихся в них.

Это, в свою очередь, позволяет нам использовать высшую теплоту сгорания топлива. Количество сконденсированных водяных паров из дымовых газов зависит от температуры холодной воды и объема тепломассообменной колонны. Нагретая вода может использоваться в качестве подпиточной воды для собственных нужд котла, а также для стороннего потребления.

Основные достоинства данного способа использования теплоты отходящих дымовых газов:

- высокий коэффициент использования теплоты топлива; КПД котла по низшей теплоте сгорания может превышать 100 %, так как дополнительно полезно используется теплота конденсации водяных паров из продуктов сгорания;
- простота конструкции, которая обеспечивает высокую надежность и простоту ремонта;
- высокая интенсивность теплообмена, которая позволяет уменьшить габариты аппарата, их вес и материалоемкость;
- при использовании холодной воды с низким содержанием карбонатных солей отсутствует необходимость использования установки для химводоподготовки, так как тепломассообменная колонна по своему принципу работы схожа с деаэратором.

Также следует отметить, что разрабатываемая технология является одной из немногих, которые позволяют использовать высшую теплоту сгорания топлива.

Однако данная схема не лишена недостатков. При снижении температуры отходящих дымовых газов ниже температуры точки росы становится актуальным вопрос конденсации водяных паров на стенках дымовой трубы. Также

вследствие снижения температуры дымовых газов снижается тяга, которая образовывалась за счет разности температур окружающей среды и продуктов сгорания. В результате чего для преодоления аэродинамического сопротивления по газовому тракту необходима установка дымососа, развиваемый напор которого должен быть тщательно отрегулирован. Это связано с тем, что при избыточном напоре часть водяных капель (рисунок) может попасть в атмосферу, тем самым снижая эффективность использования данной технологии.

Библиографический список

1. Соснин Ю.П., Бухаркин Е.Н. Высокоэффективные газовые контактные водонагреватели. М.: Стройиздат, 1988. 376 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРИОДА ПРОГРЕВА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

*Тарарыков А.В., Горячева Е.М.
Московский энергетический институт
tararykov@gmail.com*

В современной научной литературе по тепломассообмену, уделяется большое внимание процессу сушки, как одному из важных и энергоемких процессов. Однако существующие математические модели зачастую недостаточно точно рассматривают вопрос кинетики сушки. Для классической кривой сушки различают отдельно период прогрева материала, период постоянной скорости и период падающей скорости сушки. Тем не менее, периодом прогрева зачастую пренебрегают из-за его непродолжительности (около 10 % от общего времени сушки). Но, из-за разнообразия методов сушки, сушильных материалов и агентов, кривая сушки может в отдельных случаях значительно видоизменяться и таким допущением пользоваться нельзя.

Целью данной работы является составление математической модели периода прогрева и её реализация в пакете Simulink программной среды Matlab.

В работе рассматривается нестационарный процесс теплопроводности при отсутствии внутренних источников теплоты. Аналитическое описание процесса включает дифференциальное уравнение и условия однозначности [1]. При составлении модели были приняты следующие допущения: исследуемый материал является пластиной, бесконечной длины по сравнению с ее толщиной, испарение происходит с поверхности материала, влажность и температура материала постоянны по координатам, но изменяются во времени, коэффициенты теплоотдачи и массоотдачи постоянны, параметры сушильного агента постоянны, в процессе сушки деформации материала не происходит. В результате, дифференциальное уравнение нестационарного процесса теплопроводности имеет следующий вид:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}. \quad (1)$$

Начальное условие:

$$\text{при } \tau = 0, t = t_0. \quad (2)$$